

REPORT

JUNY 2012



Universitat Politècnica de Catalunya
Centre de Política de Sòl i Valoracions



REPORT

* El present document es correspon al **Análisis espacial con datos de teledetección (tutorial)**, elaborat pel CPSV en motiu del SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN TUTORIZADO: URBAN SPRAWL Y SOSTENIBILIDAD del MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN Y VALORACIÓN URBANA.

Direcció

Josep Roca Cladera. Dr. Arquitecte. CPSV.

Realització

Pau Queraltó Ros. Geògraf. CPSV.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	página 4
2. ABRIR RASTER EN ARCMAP	página 4
3. CONVERTIR RASTER A POLÍGONO	página 6
4. CARGA DE DATOS ADMINISTRATIVOS	página 11
5. CÁLCULO DEL CONSUMO DE SUELO	página 12
6. OTROS CÁLCULOS A REALIZAR	página 19

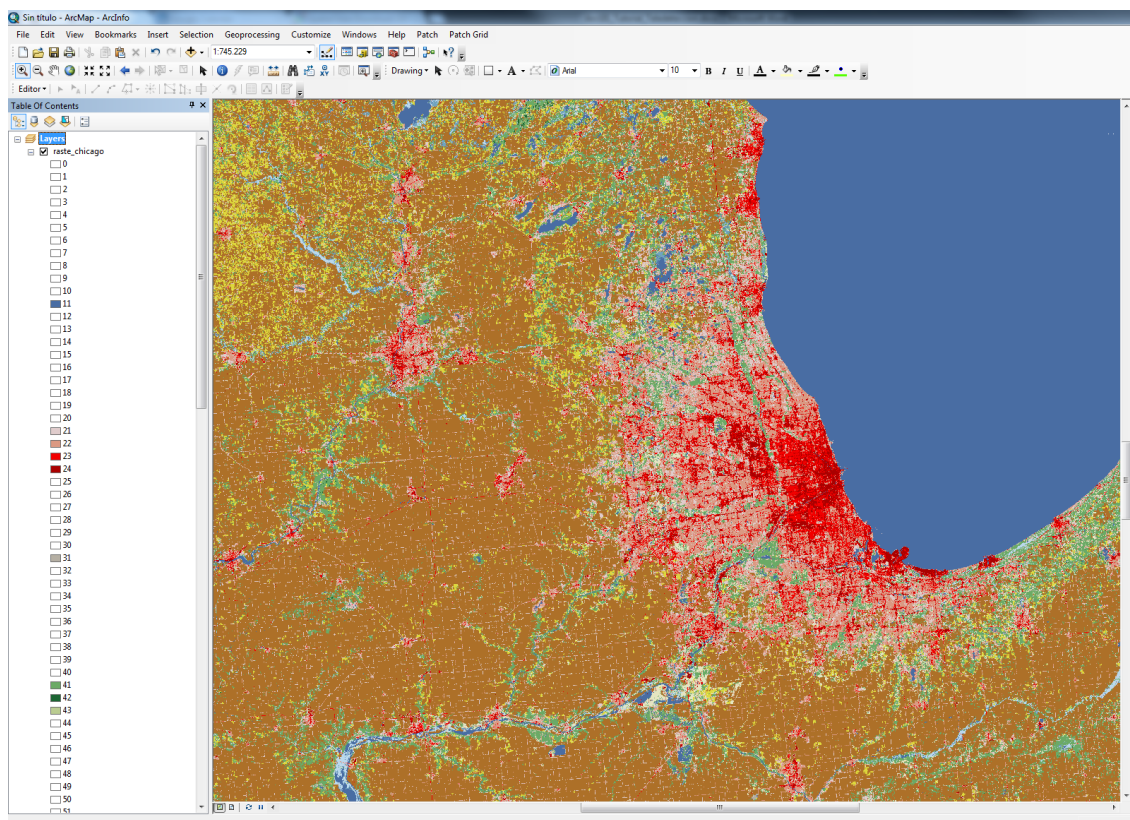
1. INTRODUCCIÓN

El texto siguiente ha sido elaborado con la finalidad de ser una guía para realizar análisis espacial con el software ArcMap, uno de los componentes del software SIG ArcGIS 9.3, uno de los paquetes más usados por la comunidad SIG mundial.

El objetivo de este tutorial es calcular índices de consumo de suelo por unidad administrativa, partiendo de una clasificación de imagen satélite fruto de la teledetección. En este tutorial se utiliza una clasificación realizada por el USGS de Chicago como ejemplo para el desarrollo del tutorial.

2. ABRIR RASTER EN ARCMAP

En primer lugar abrimos el archivo raster en ArcMap y lo visualizamos en la ventana de mapa.



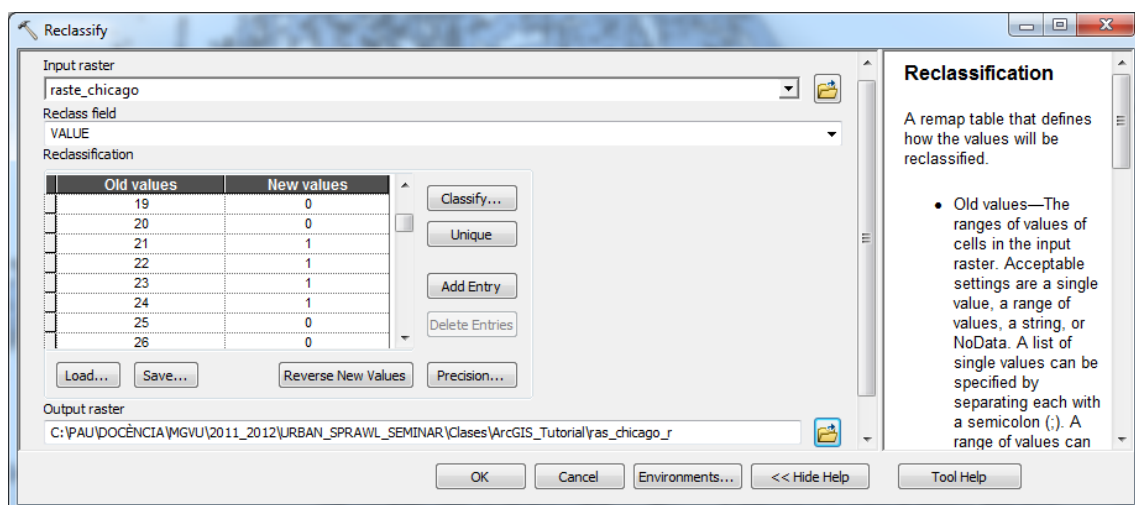
En este caso los diferentes usos que han sido clasificados responden a la siguiente leyenda:

NLCD 2001 Land Cover Classification Legend

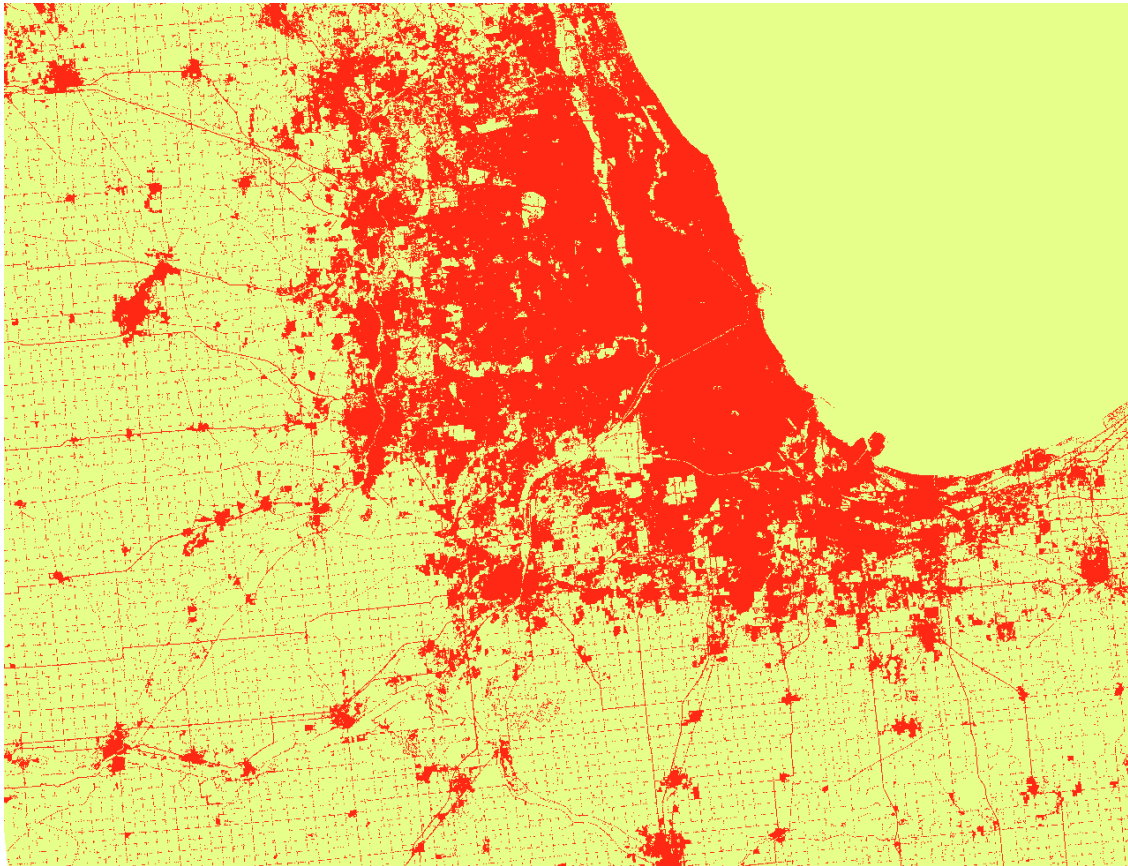
11	Open Water
12	Perennial Ice/Snow
21	Developed, Open Space
22	Developed, Low Intensity
23	Developed, Medium Intensity
24	Developed, High Intensity
31	Barren Land
41	Deciduous Forest
42	Evergreen Forest
43	Mixed Forest
51	Dwarf Scrub*
52	Shrub/ Scrub
71	Grassland/ Herbaceous
72	Sedge/ Herbaceous *
74	Moss *
81	Pasture Hay
82	Cultivated Crops
90	Woody Wetlands
95	Emergent Herbaceous Wetlands

* Alaska Only

En este caso nos interesan las áreas artificializadas, las cuales corresponden a los códigos 21, 22, 23 y 24. Para ello se realiza una reclasificación de los valores mediante la herramienta de ArcToolbox (módulo de herramientas de ArcMap) *Reclassify* (*Spatial Analyst Tools / Reclass / Reclassify*), donde se introduce el raster a reclasificar, el campo que se quiere reclasificar, los nuevos valores (1 al artificializado y 0 al resto) y le damos una ubicación y nombre al raster reclasificado.

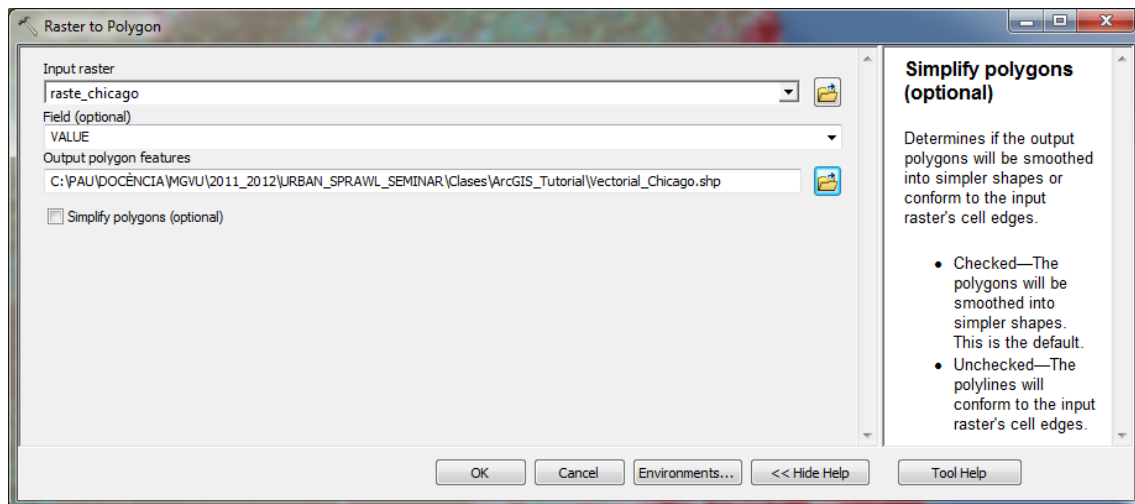


El resultado obtenido es el siguiente:

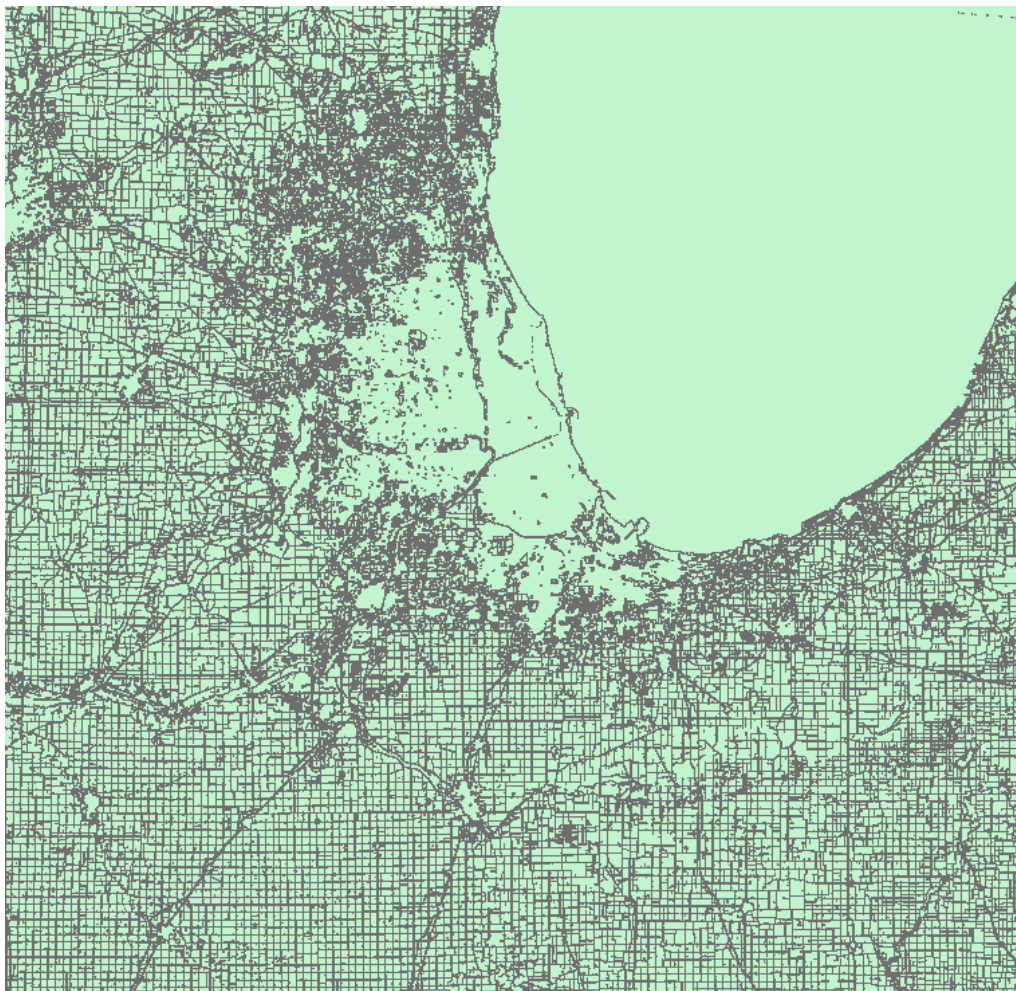


3. CONVERTIR RASTER A POLÍGONO

Para realizar este proceso es necesario acudir al módulo de herramientas ArcToolbox. Allí accedemos a *Conversion Tools / From Raster / Raster To Polygon*. En el cuadro de diálogo de esta herramienta introducimos el archivo raster que será convertido a polígono, asignamos ubicación y nombre al archivo vectorial resultante de la transformación, y dejamos deseleccionada la opción *Simplify Polygons* (de este modo obtendremos la geometría del raster, sino el software se encarga de suavizar la geometría resultante afectando posteriormente al cálculo del área).

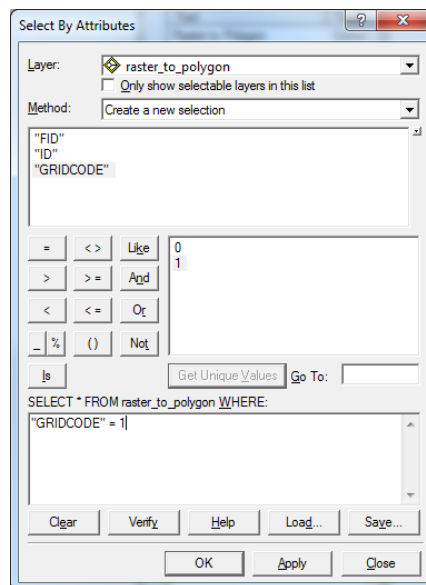


El resultado obtenido es el siguiente:

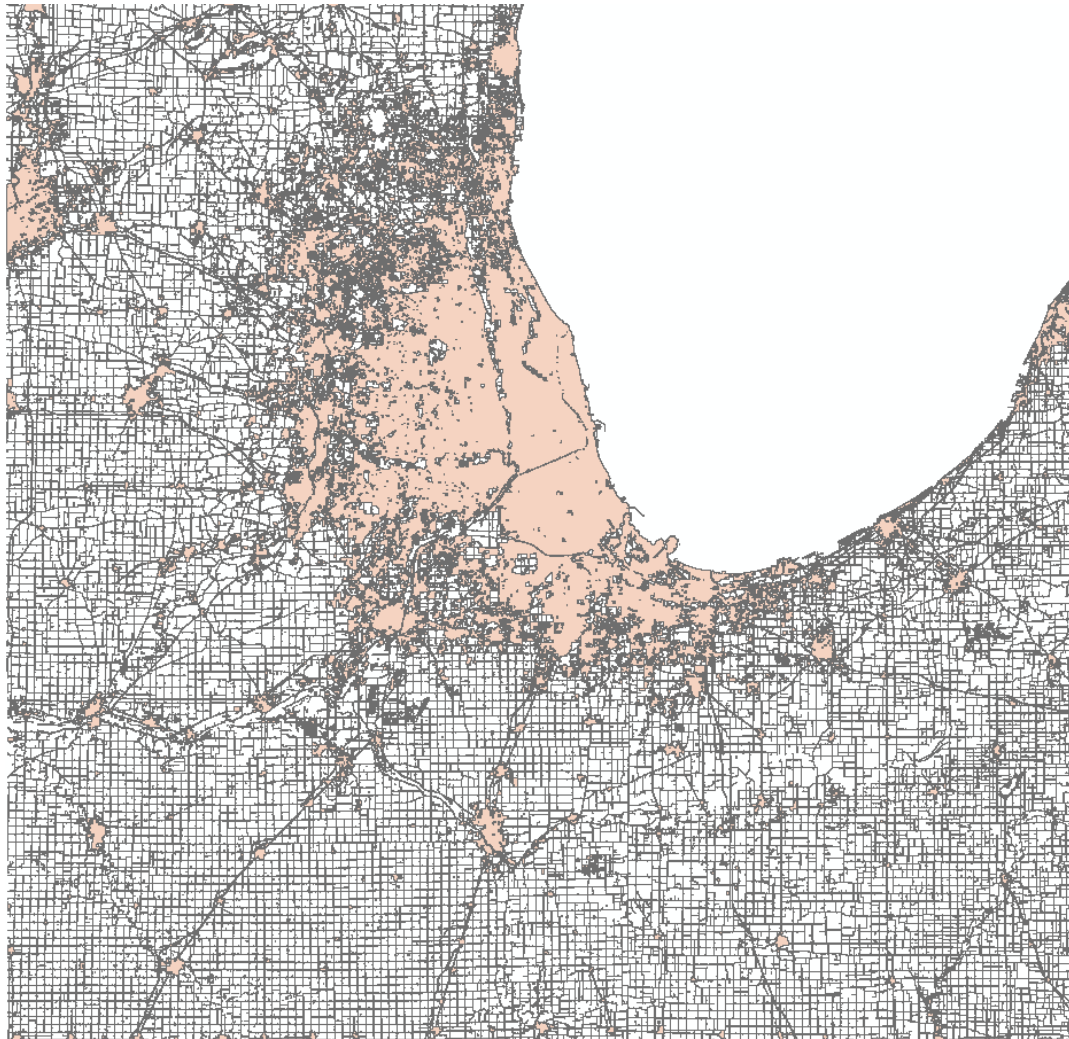


En este momento disponemos de un archivo vectorial (*shape*) los polígonos del cuál son los que en la clasificación realizada por el USGS respondían a la categoría artificializado (códigos 21, 22, 23 y 24) con código 1 y al resto de usos con código 0

(abrir tabla de atributos de la capa y visualizar). Realizamos una selección de los polígonos con código 1 y la exportaremos para conseguir un *shape* con los polígonos artificializados. Para ello, desde la misma tabla de atributos, accedemos a *Options / Select By Attributes* y realizamos la selección de los polígonos que respondan a “*GRIDCODE*” = 1.



Una vez realizada la selección la exportamos para crear una nueva capa. Para ello accedemos a las opciones de la capa (botón derecho encima del nombre) y escogemos la herramienta *Data / Export Data*, introducimos ubicación y nombre y aceptamos. El resultado será el siguiente:



Finalmente, se calculará la superficie de área artificializada de los polígonos disponibles. Para ello abrimos la tabla de atributos de la capa y creamos una columna nueva (*Options / Add Field...*) llamada *AREA* y el tipo de campo *DOUBLE*.

Add Field

Name: AREA

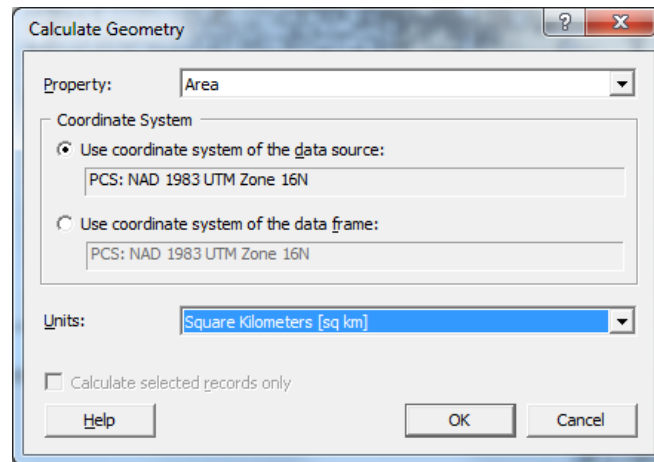
Type: Double

Field Properties

Precision	0
Scale	0

OK Cancel

Una vez creada la columna debe calcularse el área, para ello clicar con el botón derecho encima de la columna AREA y escoger la herramienta *Calculate Geometry...*



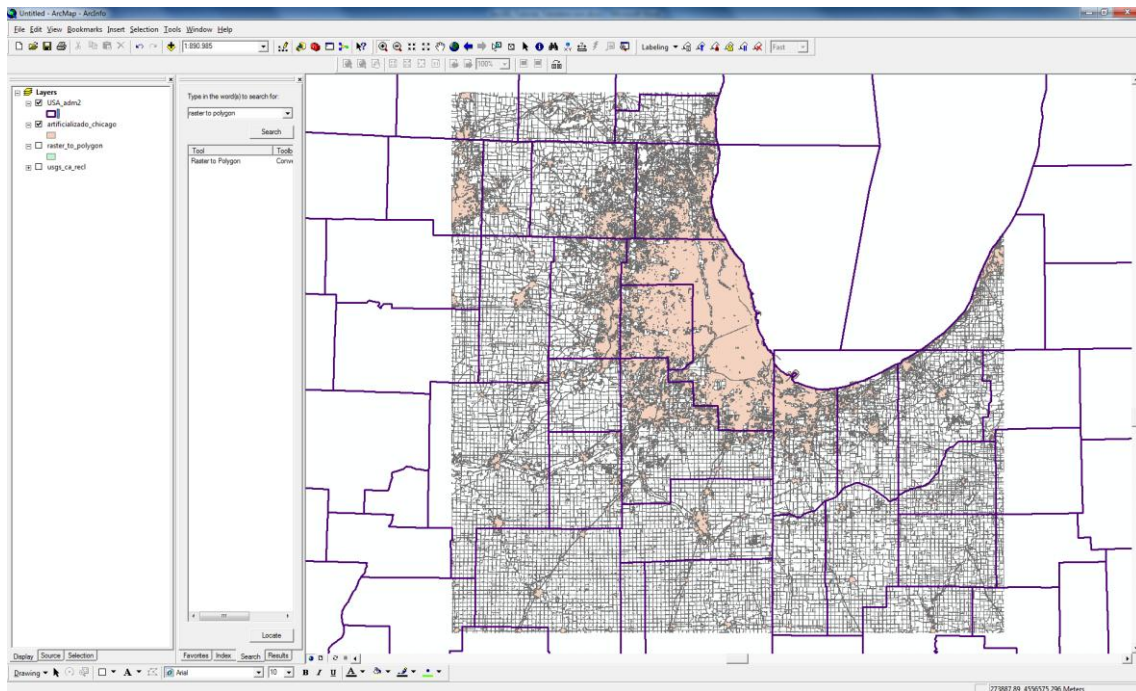
El resultado será el siguiente:

FID	Shape *	ID	GRIDCODE	AREA
0	Polygon	4	1	0.0027
1	Polygon	5	1	0.0009
2	Polygon	8	1	0.0009
3	Polygon	10	1	0.0009
4	Polygon	11	1	0.0018
5	Polygon	12	1	0.0063
6	Polygon	13	1	0.0018
7	Polygon	14	1	0.0018
8	Polygon	15	1	0.0009
9	Polygon	19	1	0.0027
10	Polygon	22	1	0.0018
11	Polygon	23	1	0.0009
12	Polygon	24	1	0.0018
13	Polygon	25	1	0.0018
14	Polygon	26	1	0.0009
15	Polygon	27	1	0.0018
16	Polygon	28	1	0.0054
17	Polygon	29	1	0.0018
18	Polygon	30	1	0.0036
19	Polygon	31	1	0.0027
20	Polygon	32	1	0.0027
21	Polygon	33	1	0.0009
22	Polygon	34	1	0.0027
23	Polygon	35	1	0.0027
24	Polygon	36	1	0.0027
25	Polygon	37	1	0.0099
26	Polygon	38	1	0.0027
27	Polygon	39	1	0.0027
28	Polygon	41	1	0.0036
29	Polygon	42	1	0.0054
30	Polygon	43	1	0.0036
31	Polygon	44	1	0.0009
32	Polygon	45	1	0.0063
33	Polygon	46	1	0.0207
34	Polygon	47	1	0.0018
35	Polygon	48	1	0.0018
36	Polygon	49	1	0.0144
37	Polygon	50	1	0.0009
38	Polygon	51	1	0.0045
39	Polygon	52	1	0.0045
40	Polygon	53	1	0.0018
41	Polygon	54	1	0.0072
42	Polygon	55	1	0.0027
43	Polygon	58	1	0.0009

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 162858 Selected) Options

4. CARGA DE DATOS ADMINISTRATIVOS

Llegados a este punto es necesario obtener los límites administrativos para poder calcular el consumo de suelo. Para ello se sugiere acceder a la web <http://www.diva-gis.org/>, donde fácilmente podremos descargar los límites administrativos disponibles de cualquier parte del mundo. Para el caso de Chicago se descargan los límites administrativos de USA y se escogen los límites correspondientes a los “Condados”, obteniendo el siguiente resultado:

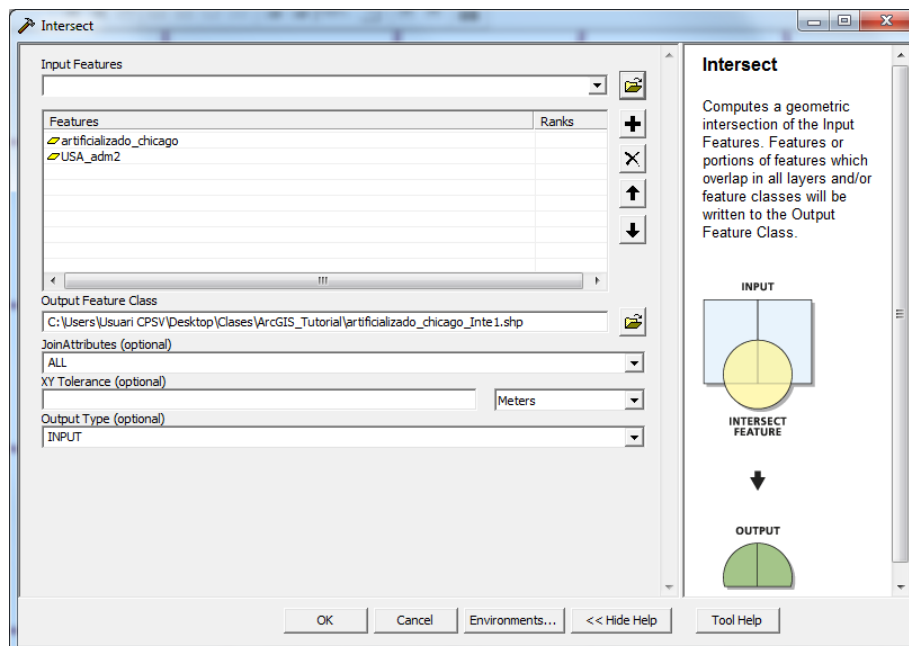


Finalmente, se procede a calcular el área de estos “condados”, de la misma forma que ha sido realizado el cálculo del área de la zona artificializada. Se obtiene el siguiente resultado:

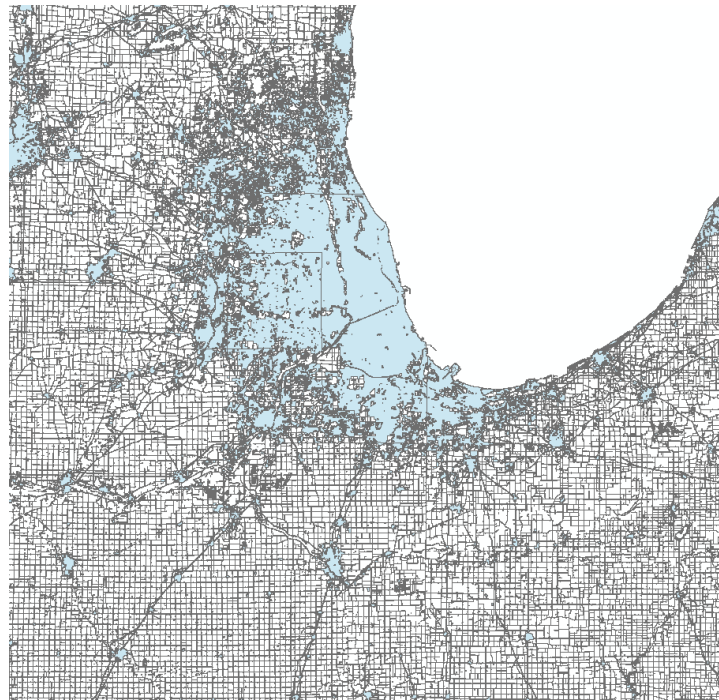
NAME 0	ID 1	NAME 1	ID 2	NAME 2	VARIABLE 2	NL NAME 2	NASC 2	CC 2	TYPE 2	ENGTYP 2	VALIDFR 2	VALIDTO 2	REMARKS 2	Shape	Length	Shape Area	AREA
United States	3191	Alabama	34789	Autauga			US.AL.AU	County	County	Unknown	Unknown			1,962,248	0.149916	1560.65959	
United States	3191	Alabama	34790	Barbour			US.AL.BD	County	County	Unknown	Unknown			6,026,355	0.399695	4240.570496	
United States	3191	Alabama	34791	Bartholomew			US.AL.BB	County	County	Unknown	Unknown			2,340,047	0.221915	2327.961451	
United States	3191	Alabama	34792	Bibb			US.AL.BI	County	County	Unknown	Unknown			1,984,916	0.156362	1819.292393	
United States	3191	Alabama	34793	Bloount			US.AL.BU	County	County	Unknown	Unknown			2,240,223	0.165545	1699.381379	
United States	3191	Alabama	34794	Bullock			US.AL.BL	County	County	Unknown	Unknown			2,023,462	0.154588	1621.942415	
United States	3191	Alabama	34795	Butler			US.AL.BT	County	County	Unknown	Unknown			1,776,249	0.191457	2009.935408	
United States	3194	Arkansas	34843	Massachusetts			US.AR.MS	County	County	Unknown	Unknown			2,918,273	0.237448	2395.432205	
United States	3194	Arkansas	34844	Monroe			US.AR.ME	County	County	Unknown	Unknown			2,345,208	0.157320	1603.961881	
United States	3194	Arkansas	34845	Montgomery			US.AR.MT	County	County	Unknown	Unknown			1,875,371	0.204339	2098.559	
United States	3194	Arkansas	34846	Nevada			US.AR.NV	County	County	Unknown	Unknown			1,726,656	0.155971	1616.759465	
United States	3194	Arkansas	34847	Newton			US.AR.NI	County	County	Unknown	Unknown			2,008,927	0.212814	2144.16484	
United States	3194	Arkansas	34848	Ouachita			US.AR.OU	County	County	Unknown	Unknown			2,476,372	0.1871	1938.930912	
United States	3194	Arkansas	34849	Perry			US.AR.PI	County	County	Unknown	Unknown			2,370,214	0.143131	1460.076532	
United States	3194	Arkansas	34850	Phillips			US.AR.PH	County	County	Unknown	Unknown			2,723,943	0.184124	1881.74233	
United States	3194	Arkansas	34851	Pine			US.AR.PE	County	County	Unknown	Unknown			1,907,239	0.155393	1603.001695	
United States	3194	Arkansas	34852	Poinsett			US.AR.PN	County	County	Unknown	Unknown			2,044,652	0.197289	1987.950605	
United States	3201	Georgia	35316	Union			US.GA.UN	County	County	Unknown	Unknown			1,673,707	0.08416	854.95406	
United States	3201	Georgia	35317	Upson			US.GA.UP	County	County	Unknown	Unknown			1,439,223	0.081417	845.607204	
United States	3201	Georgia	35318	Walker			US.GA.WI	County	County	Unknown	Unknown			1,671,679	0.114132	1159.301127	
United States	3201	Georgia	35319	Walton			US.GA.WJ	County	County	Unknown	Unknown			1,305,975	0.083203	856.016973	
United States	3201	Georgia	35320	Ware			US.GA.WK	County	County	Unknown	Unknown			3,288,701	0.221949	2257.991739	
United States	3201	Georgia	35321	Warren			US.GA.WW	County	County	Unknown	Unknown			1,588,731	0.071991	745.101852	
United States	3201	Georgia	35322	Washington			US.GA.WH	County	County	Unknown	Unknown			1,942,285	0.170884	1777.046729	
United States	3201	Georgia	35323	Wayne			US.GA.WY	County	County	Unknown	Unknown			2,094,994	0.159255	1692.024874	
United States	3201	Georgia	35324	Webster			US.GA.WB	County	County	Unknown	Unknown			1,556,412	0.051948	544.322889	
United States	3201	Georgia	35325	Wheeler			US.GA.WH	County	County	Unknown	Unknown			1,539,426	0.074178	778.769595	
United States	3208	Kentucky	35821	Grant			US.KY.GT	County	County	Unknown	Unknown			1,197,933	0.070006	676.774809	
United States	3208	Kentucky	35822	Graves			US.KY.GV	County	County	Unknown	Unknown			1,540,031	0.145918	1437.889623	
United States	3208	Kentucky	35823	Graham			US.KY.GR	County	County	Unknown	Unknown			1,211,395	0.134708	1321.873236	
United States	3208	Kentucky	35824	Green			US.KY.GN	County	County	Unknown	Unknown			1,208,061	0.076074	746.620523	
United States	3208	Kentucky	35825	Greenup			US.KY.GU	County	County	Unknown	Unknown			1,475,457	0.094415	915.774525	
United States	3208	Kentucky	35826	Hancock			US.KY.HC	County	County	Unknown	Unknown			1,286,221	0.052047	508.030784	
United States	3208	Kentucky	35827	Hardin			US.KY.HN	County	County	Unknown	Unknown			2,119,789	0.166866	1632.51042	
United States	3208	Kentucky	35828	Hart			US.KY.HL	County	County	Unknown	Unknown			1,905,688	0.122203	1212.803111	
United States	3208	Kentucky	35829	Harrison			US.KY.HS	County	County	Unknown	Unknown			1,481,845	0.063897	631.809289	
United States	3194	Arkansas	34900	Benton			US.AR.BE	County	County	Unknown	Unknown			2,238,374	0.227213	2288.576276	
United States	3194	Arkansas	34901	Boone			US.AR.BO	County	County	Unknown	Unknown			1,672,817	0.156262	1587.697899	
United States	3194	Arkansas	34902	Bradley			US.AR.BR	County	County	Unknown	Unknown			2,172,686	0.164438	1703.724087	
United States	3194	Arkansas	34903	Calhoun			US.AR.CA	County	County	Unknown	Unknown			2,153,576	0.158554	1642.392877	
United States	3194	Arkansas	34904	Carr			US.AR.CL	County	County	Unknown	Unknown			1,918,246	0.165603	1682.4688	
United States	3194	Arkansas	34905	Chicot			US.AR.CT	County	County	Unknown	Unknown			2,684,196	0.173052	1793.807136	
United States	3194	Arkansas	34906	Clark			US.AR.CK	County	County	Unknown	Unknown			2,574,616	0.227882	2306.216197	

5. CÁLCULO DEL CONSUMO DE SUELO

Para realizar el cálculo del consumo de suelo será necesario utilizar la herramienta de ArcToolbox *Intersect (Analysis Tools / Overlay / Intersect)*, la cual unirá los dos shapes y permitirá relacionar la información de los dos. En el cuadro de diálogo de la citada herramienta se debe introducir los dos shape y la ubicación y nombre del shape resultante.



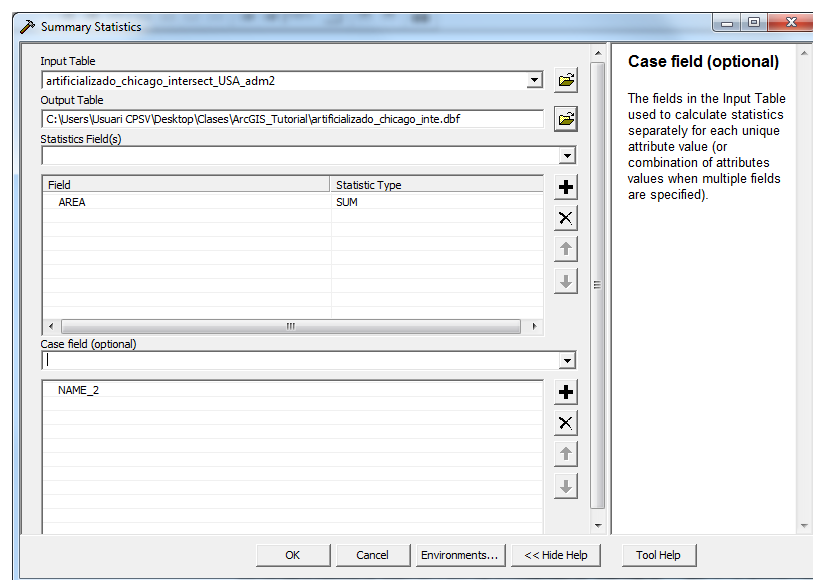
Se obtiene el siguiente resultado:



Lo importante es ver la tabla de atributos de esta nueva capa intersectada, pues pone en relación cada uno de los polígonos artificializados con el condado en el que se encuentra. En este punto debe recalcularse el área de los polígonos.

FID	Shape	FID_artifi	ID	GRIDCODE	AREA	FID_USA_ad	ID_0	ISO	NAME_0	ID_1	NAME_1	ID_2	NAME_2	VARNAME_2	NL_NAME_2	HASC_2	CC_2	TYPE_2	ENGTYPE_2
1	Polygon	0	4	1	0.0027	2761	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37892	Rock		US.WI.RO	County	County		
2	Polygon	1	5	1	0.0009	2761	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37892	Rock		US.WI.RO	County	County		
3	Polygon	2	8	1	0.0009	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
4	Polygon	3	10	1	0.0009	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
5	Polygon	4	11	1	0.0018	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
6	Polygon	5	12	1	0.0063	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
7	Polygon	6	13	1	0.0018	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
8	Polygon	7	14	1	0.0018	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
9	Polygon	8	15	1	0.0009	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
10	Polygon	9	19	1	0.0027	2761	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37892	Rock		US.WI.RO	County	County		
11	Polygon	10	22	1	0.0018	2761	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37892	Rock		US.WI.RO	County	County		
12	Polygon	11	23	1	0.0009	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
13	Polygon	12	24	1	0.0018	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
14	Polygon	13	25	1	0.0018	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
15	Polygon	14	26	1	0.0009	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
16	Polygon	15	27	1	0.0018	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
17	Polygon	16	28	1	0.0054	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
18	Polygon	17	29	1	0.0018	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
19	Polygon	18	30	1	0.0036	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
20	Polygon	19	31	1	0.0027	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
21	Polygon	20	32	1	0.0027	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
22	Polygon	21	33	1	0.0009	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
23	Polygon	22	34	1	0.0027	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
24	Polygon	23	35	1	0.0027	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
25	Polygon	24	36	1	0.0027	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
26	Polygon	25	37	1	0.0099	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
27	Polygon	26	38	1	0.0027	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
28	Polygon	27	39	1	0.0027	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
29	Polygon	28	41	1	0.0036	2761	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37892	Rock		US.WI.RO	County	County		
30	Polygon	29	42	1	0.0054	2761	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37892	Rock		US.WI.RO	County	County		
31	Polygon	30	43	1	0.0036	2761	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37892	Rock		US.WI.RO	County	County		
32	Polygon	31	44	1	0.0009	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
33	Polygon	32	45	1	0.0063	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
34	Polygon	33	46	1	0.0207	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
35	Polygon	34	47	1	0.0018	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
36	Polygon	35	48	1	0.0018	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
37	Polygon	36	49	1	0.0144	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
38	Polygon	37	50	1	0.0009	2761	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37892	Rock		US.WI.RO	County	County		
39	Polygon	38	51	1	0.0045	2761	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37892	Rock		US.WI.RO	County	County		
40	Polygon	39	52	1	0.0045	3114	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37903	Walworth		US.WI.WL	County	County		
41	Polygon	40	53	1	0.0018	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
42	Polygon	41	54	1	0.0072	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		
43	Unknown	42	55	1	0.0027	2759	234	USA	United States	3240	Wisconsin	37890	Racine		US.WI.RA	County	County		

En este caso observamos que en el mismo condado hay diferentes polígonos artificializados, así que lo que se debe hacer es saber el total de superficie artificializada (la suma del área de todos los polígonos que se encuentran en un mismo condado). Para ello utilizaremos la herramienta de ArcToolbox *Summary Statistics*, en la cual introducimos la capa en *Input Table*, guardamos y nombramos la tabla dbf de salida en *Output Table*, escogemos el campo en *Statistics Field* y asignamos la operación a realizar (suma) en *Statistic Type*, y finalmente debe indicarse el campo por el cual agrupar la suma, en nuestro caso se trata del nombre del condado.



El resultado es el siguiente:

OID	NAME 2	FREQUENCY	SUM AREA
0	Berrien	2410	137,761903
1	Boone	3179	82,188421
2	Cass	1473	14,72055
3	Cook	2347	2087,461283
4	De Kalb	7225	152,96698
5	Dupage	1210	722,560384
6	Ford	1375	16,241246
7	Fulton	753	5,382131
8	Grundy	5614	107,959806
9	Iroquois	7058	113,529489
10	Jasper	7354	96,421126
11	Kane	6481	434,708099
12	Kankakee	7865	185,212591
13	Kendall	4127	97,65012
14	Kenosha	2929	143,859443
15	La Salle	12448	216,244136
16	LaPorte	9146	170,403567
17	Lake	9612	1122,51568
18	Lake Michigan	148	13,958994
19	Lee	1357	21,11156
20	Livingston	11726	171,571035
21	Marshall	838	7,905372
22	McHenry	8041	357,465938
23	McLean	298	12,420388
24	Newton	5187	64,23213
25	Ogle	1301	35,032156
26	Porter	5351	183,361292
27	Pulaski	7414	66,756569
28	Racine	430	12,029256
29	Rock	2062	72,318366
30	Saint Joseph	1465	21,577184
31	Starke	5337	62,633774
32	Walworth	3431	102,809298
33	White	4546	53,191208
34	Will	10721	630,439013
35	Winnebago	1323	224,328729
36	Woodford	823	17,089586

La tabla nos da la suma de área artificializada para cada uno de los condados. Con la finalidad de calcular el consumo de suelo, se unirá esta tabla a la capa de los límites administrativos de los condados mediante la herramienta *Join and Relates / Join...* , accediendo a ella clicando con el botón derecho encima la capa de destino.

Join Data

Join lets you append additional data to this layer's attribute table so you can, for example, symbolize the layer's features using this data.

What do you want to join to this layer?

Join attributes from a table

- Choose the field in this layer that the join will be based on:
NAME_2
- Choose the table to join to this layer, or load the table from disk:
sum
☒ Show the attribute tables of layers in this list
- Choose the field in the table to base the join on:
NAME_2

Join Options

☒ Keep all records
All records in the target table are shown in the resulting table. Unmatched records will contain null values for all fields being appended into the target table from the join table.

☐ Keep only matching records
If a record in the target table doesn't have a match in the join table, that record is removed from the resulting target table.

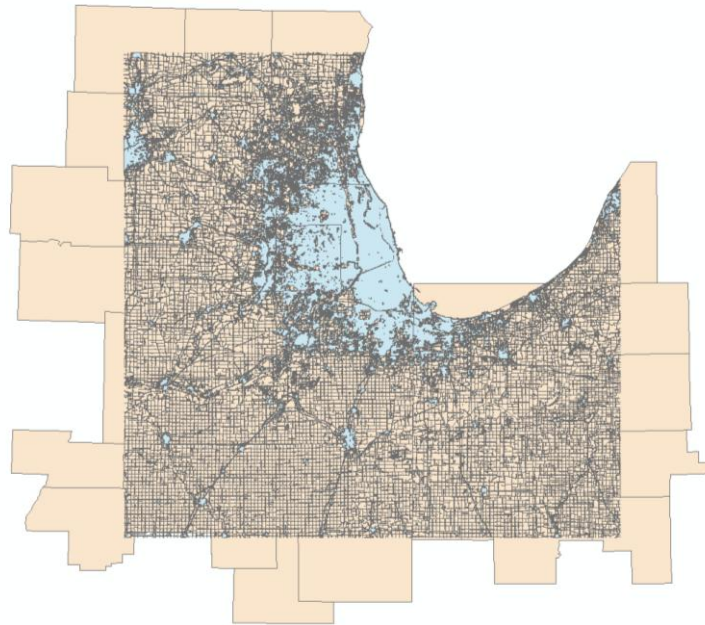
About Joining Data OK Cancel

Una vez realizado el Join obtenemos el siguiente resultado:

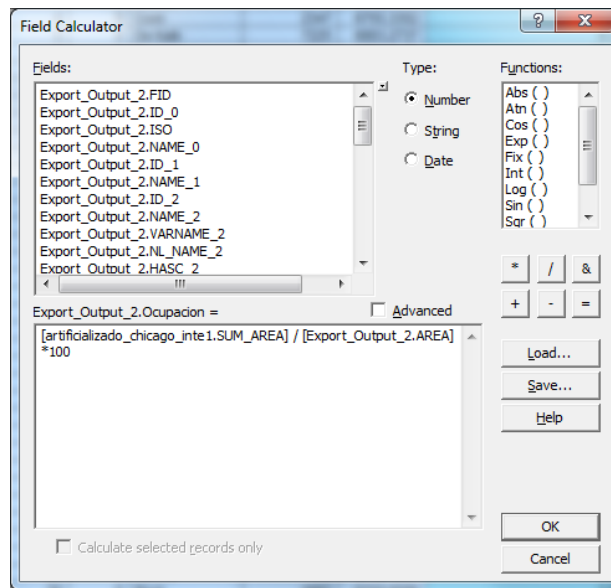
NAME_2	VARIABLE_2	NL_NAME_2	HASC_2	CC_2	TYPE_2	ENGTYP_2	VALIDFR_2	VALIDTO_2	REMARKS_2	Shape_Leng	Shape_Area	AREA	Rowid	FID	NAME_2	FREQUENCY	SUM_AREA
Shannon			US SD SH		County	County	Unknown	Unknown		2.23734	0.595253	5505.589153	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Spink			US SD SP		County	County	Unknown	Unknown		2.703584	0.448315	4006.628834	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Stanley			US SD ST		County	County	Unknown	Unknown		3.800963	0.445389	4054.982264	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Sully			US SD SU		County	County	Unknown	Unknown		2.800293	0.316398	2858.62143	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Todd			US SD TO		County	County	Unknown	Unknown		2.84227	0.40075	3728.912218	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Tripp			US SD TR		County	County	Unknown	Unknown		3.190357	0.465604	4304.211006	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Turner			US SD TU		County	County	Unknown	Unknown		1.786092	0.177399	1624.525949	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Union			US SD UI		County	County	Unknown	Unknown		2.340378	0.132483	1221.043052	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Wainworth			US SD WI		County	County	Unknown	Unknown		2.163619	0.222085	1880.24834	33	0	Wainworth	3431	6706.5384
Yankton			US SD YA		County	County	Unknown	Unknown		1.717668	0.151684	1397.289087	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Ziebach			US SD ZI		County	County	Unknown	Unknown		3.702278	0.583383	5279.856186	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Anderson			US TN AN		County	County	Unknown	Unknown		1.725929	0.089488	894.621269	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Bedford			US TN BD		County	County	Unknown	Unknown		1.629114	0.122684	1235.680223	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Benton			US TN BN		County	County	Unknown	Unknown		1.696652	0.113304	1131.914785	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Bledsoe			US TN BE		County	County	Unknown	Unknown		1.612074	0.104639	1051.927883	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Blount			US TN BO		County	County	Unknown	Unknown		2.065563	0.146244	1470.395235	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Bradley			US TN BR		County	County	Unknown	Unknown		1.346598	0.084572	855.026593	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Campbell			US TN CM		County	County	Unknown	Unknown		1.867628	0.129573	1290.8149	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Cannon			US TN CN		County	County	Unknown	Unknown		1.159608	0.068344	684.941643	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Carroll			US TN CR		County	County	Unknown	Unknown		1.778648	0.155279	1553.448993	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Carter			US TN CT		County	County	Unknown	Unknown		1.545917	0.091206	912.677649	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Cheatham			US TN CA		County	County	Unknown	Unknown		1.578352	0.080129	798.393127	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Chester			US TN CS		County	County	Unknown	Unknown		1.482048	0.074199	747.447181	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Cleburne			US TN CI		County	County	Unknown	Unknown		1.80562	0.115931	1154.394399	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Clay			US TN CY		County	County	Unknown	Unknown		1.486113	0.067972	675.214101	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Cooke			US TN CE		County	County	Unknown	Unknown		1.750607	0.114609	1150.218388	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Coffee			US TN CF		County	County	Unknown	Unknown		1.781878	0.111905	1125.895082	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Crockett			US TN CK		County	County	Unknown	Unknown		1.263228	0.068923	691.221617	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Cumberland			US TN CU		County	County	Unknown	Unknown		1.892907	0.11724	1174.261037	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Davidson			US TN DA		County	County	Unknown	Unknown		1.898777	0.13746	1371.202204	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Decatur			US TN DC		County	County	Unknown	Unknown		1.59627	0.088588	889.949952	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
DeKalb			US TN DE		County	County	Unknown	Unknown		1.514049	0.085272	852.8612	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Dickson			US TN DI		County	County	Unknown	Unknown		1.699992	0.127147	1268.736975	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Dyer			US TN DY		County	County	Unknown	Unknown		1.750146	0.137093	1371.108183	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Fayette			US TN FA		County	County	Unknown	Unknown		1.686308	0.180964	1828.169096	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Fentress			US TN FE		County	County	Unknown	Unknown		1.711368	0.128717	1291.637756	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Franklin			US TN FR		County	County	Unknown	Unknown		1.712288	0.146925	1483.660379	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Gibson			US TN GB		County	County	Unknown	Unknown		1.680066	0.156865	1569.296472	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Giles			US TN GL		County	County	Unknown	Unknown		1.79453	0.156593	1580.537607	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Granger			US TN GA		County	County	Unknown	Unknown		1.970578	0.078759	786.493554	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Greene			US TN GE		County	County	Unknown	Unknown		1.884772	0.162023	1621.682045	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
Grundy			US TN GU		County	County	Unknown	Unknown		1.387527	0.092782	934.814963	9	0	Grundy	5614	6794.3232
Hamblen			US TN HR		County	County	Unknown	Unknown		1.418212	0.045641	456.273307	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>

Puede observarse que no todos los registros tienen información de sumatoria de área. Esto es correcto, pues debe tenerse en cuenta que la base gráfica de los límites administrativos es para toda USA y nuestro caso solo afecta a unos condados en la zona de Chicago y su zona próxima. Por ello se realizará una selección por atributos SUM_AREA IS NULL, para posteriormente realizar un Switch Selection (invertir la

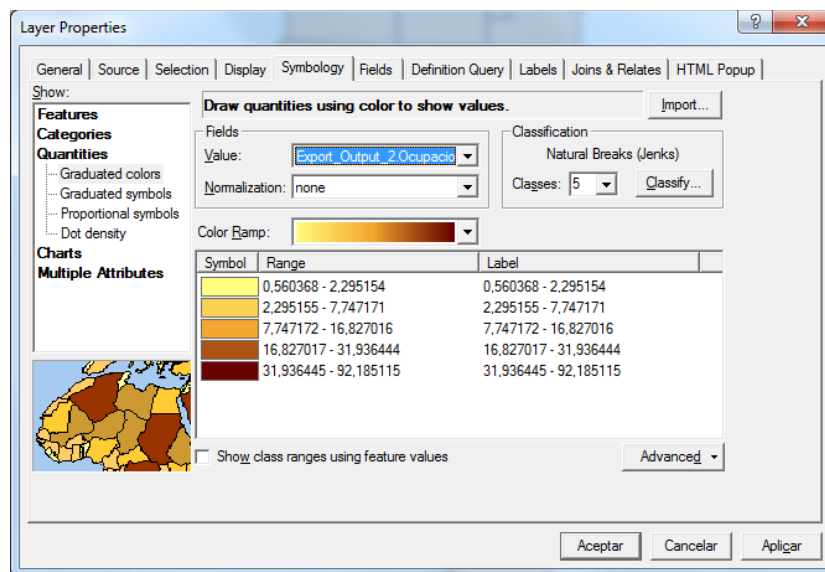
selección) y quedarnos con aquellos condados que sí tienen información de sumatoria de área artificializada. Finalmente, exportamos dicha selección y obtenemos un nuevo shape con los condados que nos interesan. El resultado es el siguiente:



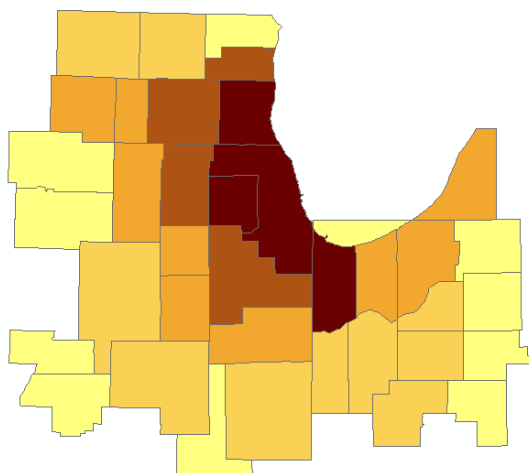
Ahora realizaremos el cálculo de la ocupación de suelo artificializado por condado. Abrimos la tabla de atributos y creamos una columna nueva de tipo DOUBLE llamada Ocup_Con. Haciendo clic con el botón derecho accedemos a la herramienta *Field Calculator*, en la cual introducimos la expresión: $\text{suma área artificializada condado} / \text{Area total del condado} \times 100$, con lo cual obtendremos el % artificializado de cada condado.



Para visualizar los resultados tematizamos el campo calculado. Para ello deberemos generar un mapa temático (*Properties / Symbology*), el cual deberá tener las siguientes características propias de una variable continua para ser correctamente representado.



El resultado será el siguiente:



6. OTROS CÁLCULOS A REALIZAR

Será necesario realizar los siguientes cálculos:

- Densidad neta (población/artificialización)
- Densidad bruta (población/total superficie límite administrativo)
- Cambios temporales (cálculo de las variables en 2 o más años para saber los cambios sufridos temporalmente).